



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO DE SILAGENS MISTAS DE CAPIM ELEFANTE COM SORGO
FORRAGEIRO**

**ROSÂNGELA CLAURENIA DA SILVA RAMOS
ZOOTECNISTA**

**AREIA - PARAÍBA
FEVEREIRO-2015**

ROSÂNGELA CLAURENIA DA SILVA RAMOS

**AVALIAÇÃO DE SILAGENS MISTAS DE CAPIM ELEFANTE COM SORGO
FORRAGEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia da
Universidade Federal da Paraíba, como
parte das exigências para a obtenção do
título de Mestre em Zootecnia.
Área de Concentração: Forragicultura

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Edson Mauro Santos – Orientador Principal
Prof.^a Dra. Juliana Silva de Oliveira – Co-orientadora
Prof. Dr. Ossival Lolato Ribeiro – Co-orientador

AREIA – PARAÍBA

FEVEREIRO-2015

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

R175a Ramos, Rosângela Claurenia da Silva.

Avaliação de silagens mistas de capim elefante com sorgo
forrageiro/ Rosângela Claurenia da Silva Ramos. - Areia:
UFPB/CCA, 2015.
x, 32 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Ciências
Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2015.
Bibliografia.

Orientador: Edson Mauro Santos.
Coorientadores: Juliana Silva de Oliveira; Ossival Lolato
Ribeiro.

1. Forragicultura 2. Capim elefante 3. Sorgo forrageiro 4.
Ensilagem I. Santos, Edson Mauro II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 633.2(043.3)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

TÍTULO: “Avaliação de silagens mistas de capim-elefante e sorgo forrageiro”.

AUTORA: Rosângela Claurênia da Silva Ramos


ORIENTADOR: Prof. Dr. Edson Mauro Santos

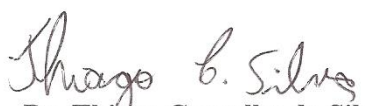
J U L G A M E N T O

CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES:


Prof. Dr. Edson Mauro Santos
Presidente
Universidade Federal da Paraíba


Prof. Dr. Divan Soares da Silva
Examinador
Universidade Federal da Paraíba


Dr. Thiago Carvalho da Silva
Examinador
Bolsista Pós-Doutorado/CNPq da UFV

Areia, 27 de fevereiro de 2015

À Deus, pela oportunidade, perseverança e saúde para realizar.

À minha família e amigos que acompanharam mais uma etapa em minha vida e, ao meu noivo (Túlio).

Dedico...

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que foi quem me concedeu a vida e permite que eu alcance cada degrau da caminhada da vida, tudo que eu tenho, tudo eu consegui até hoje, pois ele quem me sustenta, me fortalece nos momentos difíceis da caminhada, e regozijo-o nas vitórias sempre! Uma jornada nada fácil, mas Ele está sempre ao meu lado me concedendo tudo que preciso para vencer as batalhas da vida. Meu consolo, força, fortaleza, Deus.

À minha amada família: Luíz Rodrigues Ramos (Pai), Maria Ezí da Silva Ramos (Mãe), João, Jacely, Carlomano, Sônia, Sueli, Solidade, Marcelo, Antônio, Edmilson, Maria do Carmo e Ivanildo (irmãos) que, de perto ou mesmo de longe sempre me apoiaram, e vibram comigo em cada conquista, e os meus sobrinhos pela alegria e carinho de cada um, em especial meu sobrinho mais novo e afilhado Marcos, por trazer tanta alegria.

Ao meu noivo (Túlio), que me acompanha desde a graduação, por todo seu carinho, paciência, compreensão e amor, ao longo dessa caminhada, pessoa que me dá muita força quando me senti cansada, desanimada, me ajudou por várias vezes, tardes e noites, madrugada à dentro. Nunca permitiu que eu caísse... Obrigada, meu amor!

Aos professores, que contribuíram para minha formação no decorrer destes 2 anos do curso de mestrado mas, especialmente meu orientador, Edson Mauro Santos, pela paciência, incentivo, acolhida, confiança; por toda contribuição para o meu crescimento intelectual, profissional que me acompanha desde a graduação, tive uma oportunidade ímpar de poder ser acompanhada por um grande mestre desde a graduação aqui, recebendo meu título de Mestre. Não posso esquecer sua esposa Juliana Oliveira, pela amizade que cresceu e floresceu entre nós, a qual tenho um grande carinho, pelas boas conversas, conselhos e ensinamentos.

Aos amigos que me acompanharam por estes dois anos e os que se fazem presentes desde a graduação, Clariana (Clara), Messias, Nagnaldo, Juliana Marques, Marina, Higor (Bambi), Ricardo (Ceará), Luzia (Liete), Tarsys e todos os outros que estiveram juntos.

Aos dois grandes amigos e companheiros pra toda hora que conquistei ao longo desses dois anos de mestrado, Messias e Nagnaldo, muito obrigado!

Ao grupo de estudos em forragicultura (GEF), do qual faço parte desde a criação até os dias atuais, sinto-me lisonjeada por fazer parte deste grupo pois, aprendo bastante com este e tenho boas amizades. Os novos integrantes, Messias, Nagnaldo, Tiago (Brad), Danilo, Yohana, Elber, Alberto, Cazuza, Ana Paula Maia, e a Yasmin esta última, que mesmo não sendo integrante oficial do grupo está sempre conosco. Não poderia deixar de agradecer a cada um, por toda contribuição na execução dos trabalhos.

Ao CNPq por financiar meus estudos nesses dois anos na pós-graduação.

À instituição da qual sou estudante, UFPB-CCA, pela oportunidade e toda contribuição para minha formação.

À todos meu muito obrigada!!!

RESUMO: O capim-elefante se destaca dentre os demais utilizados para ensilagem, por apresentar alta produtividade e características químicas mais elevada que os demais, possuindo teor de carboidratos solúveis mais elevado. Contudo, apresenta características que limitam a produção de silagens com perfil fermentativo adequado, como umidade elevada e alta capacidade tamponante. Em contrapartida, o sorgo forrageiro é uma cultura indicada para ensilagem por apresentar boas características produtivas e nutricionais. O elevado teor de carboidratos solúveis, pode desencadear fermentações indesejáveis, aumentando as perdas, alterando a composição nutricional e estabilidade das silagens quando expostas ao ar. Objetivou-se com essa pesquisa avaliar os efeitos de diferentes proporções de inclusão de sorgo forrageiro na ensilagem de capim-elefante sobre as perdas, o perfil fermentativo e estabilidade aeróbia das silagens. O experimento foi realizado no Setor de Forragicultura da Universidade Federal da Paraíba. O delineamento utilizado para os experimentos foi o inteiramente ao acaso, compostos por cinco tratamentos com quatro repetições. Os tratamentos foram representados pelas diferentes proporções de sorgo nas silagens de capim: 0 % (apenas capim); 25% (25% sorgo + 75% capim); 50% (50% sorgo+50% capim); 75% (75% sorgo + 25% capim) e 100% (apenas sorgo), na matéria natural. Foram divididos em dois experimentos. Para o experimento I, foram utilizados 20 silos para avaliação das perdas do processo de ensilagem e, composição bromatológica das silagens no momento de abertura dos silos e após 48 horas de exposição ao ar. Para o experimento II, foram utilizados outros 20 silos, estes foram preenchidos completamente pelo material à ser ensilado para se estimar as perdas totais durante a fermentação e após 48 horas de abertura. Observou-se efeito do período de fermentação, ao longo dos 30 dias e nos períodos de 24 e 48 horas após abertura dos silos para as enterobactérias, mofos e leveduras e bactérias lácticas. As variáveis foram influenciadas pela inclusão das proporções de sorgo nas silagens de capim. Após a análise dos resultados obtidos acredita-se que quando as silagens de capim são acrescidas com silagem de sorgo pode vir a melhorar suas qualidades. Percebe-se melhor desempenho no perfil fermentativo, características bromatológicas e perfil microbiológico foi com a inclusão 50% de sorgo nas silagens de capim mostrou desempenho satisfatório. A inclusão de 50% de sorgo na silagem de capim promoveu melhoria no valor nutritivo de silagens de sorgo e redução das perdas de nutrientes nas silagens.

Palavras-chave: ácidos orgânicos, carboidratos solúveis, fermentação, gramíneas

ABSTRACT: The elephant grass stands out among the other used for silage due to high productivity and higher chemical characteristics than the others, having higher soluble carbohydrate content. However, has characteristics that limit the production of silage fermentation profile with suitable, such as high humidity and high buffering capacity. In contrast, the sorghum is a crop for silage indicated by presenting good production and nutritional characteristics. The high content of soluble carbohydrates can trigger undesirable fermentations, increasing losses by changing the nutritional composition and stability of silages when exposed to air. The objective of this research was to evaluate the effects of different proportions of inclusion of sorghum in elephant grass silage on losses, the fermentation profile and aerobic stability of silage. The experiment was carried out in the Forage Section of the Federal University of Paraíba. The design used for the experiments was completely at random, composed of five treatments with four replications. The experiment was carried out in the Forage Section of the Federal University of Paraíba. The design used for the experiments was completely at random, composed of five treatments with four replications. The treatments were represented by different proportions of sorghum in grass silages: 0% (only grass); 25% (25% sorghum + 75% grass); 50% (50% sorghum + 50% grass); 75% (75% sorghum + 25% grass) and 100% (only sorghum), the natural material. They were divided into two experiments. For the first experiment, we used 20 silos for assessing losses of silage fermentation and chemical composition of the silage at the opening of the silos and after 48 hours of exposure to air. For the second experiment, another 20 silos were used; these were completely filled by the material to be ensiled for estimating the total losses during fermentation, and after 48 hours of opening. It was observed effect fermentation period over 30 days and periods of 24 and 48 hours after opening of the silo for enterobacteria, molds, yeasts and lactic acid bacteria. The variables were affected by the inclusion of sorghum proportions in grass silages. After analyzing the results it is believed that when the grass silages are added sorghum silage may improve its qualities. Realize a better performance in the fermentation profile, qualitative characteristics and microbiological profile was to include 50% of the sorghum silages showed satisfactory performance. The inclusion of 50% of sorghum silage promoted improvement in the nutritional value of sorghum silage and reducing nutrient losses in silage.

Keywords: organic acids, soluble carbohydrates, fermentation, grasses

SUMÁRIO

	Página
Resumo	vii
Abstract	viii
1.Introdução	1
2.Revisão de literatura	3
O processo de ensilagem	3
Plantas para ensilagem	5
Ensilagem capim-elefante	6
Ensilagem de sorgo forrageiro	8
Silagens mistas de plantas forrageiras.....	9
3.Material e Métodos	10
Local do experimento e período experimental	10
Análises laboratoriais	12
Análise estatística	12
4.Resultados e Discussão	15
5.Conclusão	27
6.Referências	28

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Percentuais médios de carboidratos solúveis (CS) e matéria seca (MS) do material fresco, antes da ensilagem.....	15
2. Contagem de enterobactérias (ENT), mofos e leveduras (M e L) e bactérias do ácido láctico (BAL) em silagens de capim elefante com diferentes proporções de sorgo forrageiro ao longo do período de fermentação (dias) e durante o período de exposição das silagens ao ar.....	17
3. Valores médios e equações de regressão apresentados para pH, N-NH ₃ (nitrogênio amoniacal), ácidos láctico (AL), acético (AA), propiônico (AP) e butírico (AB) em silagens de capim elefante com diferentes proporções de sorgo forrageiro.....	18
4. Valores médios e equações de regressão apresentados para PG (perdas por gases), PE (perdas por efluentes) e RMS (recuperação de matéria seca) em silagens de capim elefante com diferentes proporções de sorgo forrageiro.....	20
5. Valores médios e equações de regressão para MS (matéria seca), MO (matéria orgânica), FDN (fibra em detergente neutro) e PB (proteína bruta) em silagens de capim elefante com diferentes proporções de sorgo forrageiro.....	21
6. Valores médios e equações de regressão apresentados para estabilidade aeróbia considerando T° Média (temperatura média), T° Máxima (temperatura máxima), H° Máxima (tempo em horas para atingir a temperatura máxima) e Taxa durante o período de 48 horas.....	23
7. Valores de pH, NH ₃ (nitrogênio amoniacal), ácidos láctico (AL), acético (AA), propiônico (AP) e butírico (AB) em silagens de capim elefante com diferentes proporções de sorgo forrageiro após 48 horas de exposição ao ar.....	24
8. Valores médios e equações de regressão apresentados para MS (matéria seca), MO (matéria orgânica), FDN (fibra em detergente neutro) e PB (proteína bruta) em silagens de capim elefante com diferentes proporções de sorgo forrageiro 48 horas após exposição ao ar.....	26

INTRODUÇÃO

A produção animal na região semiárida ao longo do ano constitui um desafio, pois, a irregularidade das chuvas reflete diretamente na produção de alimentos, reduzindo sua disponibilidade em determinados períodos do ano. Desta forma, a conservação de forragens é uma alternativa que visa otimizar a produção, reduzindo o efeito da sazonalidade.

A conservação de alimentos na forma de silagens é uma ferramenta de escape para o produtor, contra a falta de alimento para os animais no período crítico do ano, no qual o potencial forrageiro da propriedade pode ser maximizado. O processo de ensilagem objetiva preservar as características químicas iniciais da forragem, no entanto, algumas perdas podem ocorrer ao longo do processo de conservação, mas em quantidades pequenas que não comprometem a integridade alimentícia da forragem, desde que bem manejada e conservada.

A silagem é o produto resultante da atuação de microrganismos produtores de ácidos orgânicos, sobretudo, bactérias ácido lácticas, que fermentam principalmente açúcares solúveis, conservando a massa ensilada através da estabilização do pH. Para se obter êxito no processo de ensilagem, vários aspectos inerentes à forragem devem ser considerados; as plantas devem apresentar características benéficas à fermentação, como teor de matéria seca, carboidratos solúveis adequados e a capacidade tampão.

Durante o processo fermentativo, podem ocorrer algumas limitações, como má fermentação devido teores inadequados de carboidratos solúveis pela falta ou excesso destes, silos mal vedados, capacidade tamponante muito elevada ou baixa, teor de matéria seca inadequado, entre outros.

No intuito de se contornar essas possíveis limitações, e de acordo com a cultura destinada ao processo de ensilagem, pode-se utilizar aditivos, que possam melhorar todo o processo de produção da silagem, podendo-se utilizar outra cultura como aditivo, desde que esta possua os atributos que favoreça o processo fermentativo resultando em uma silagem de boa qualidade.

Assim, a mistura de capim-elefante e sorgo forrageiro pode resultar em silagens de boa qualidade pelo fato de o sorgo apresentar alto valor nutritivo, alta concentração de carboidratos solúveis e alto potencial de produção de MS com o crescimento da planta (Zago, 1991). Isso poderá reduzir os problemas encontrados em silagens apenas de capim-elefante podendo melhorar significativamente o pH da silagem quando

misturada. A ensilagem de sorgo e capim-elefante requer a sincronia de ambas as culturas, para que elas estejam em ótimas condições para ensilagem.

Diante do exposto, hipoteticamente percebe-se que a mistura dessas duas culturas se complementam, pois, o sorgo apresenta elevado teor de carboidratos solúveis, alto valor nutritivo, potencial elevado de produção de matéria seca e, o capim elefante apresenta uma quantidade mais elevada de carboidratos solúveis quando comparados aos demais capins tropicais e elevada produção por unidade de área, porém, elevado poder de tamponamento do meio, ou seja, na ensilagem do sorgo o pH cai de forma brusca, enquanto o processo de ensilagem do capim requer mais tempo para a redução do pH. Assim a união dessas duas forrageiras tem elevado potencial de produtividade, podendo levar a um equilíbrio na produção de uma silagem de qualidade.

Objetivou-se com essa pesquisa avaliar os efeitos da inclusão de sorgo forrageiro na ensilagem de capim-elefante sobre as perdas, o perfil fermentativo e estabilidade aeróbia das silagens.

REVISÃO DE LITERATURA

1. O processo de ensilagem

O processo de ensilagem é complexo, pelo fato de um grande número de microrganismos estarem envolvidos, podendo-se considerar como uma metabiose, pois ocorre o desenvolvimento simultâneo e sucessivo de microrganismos de diversos gêneros e espécies, que são dependentes principalmente do pH, do potencial de oxirredução e do tipo e quantidade de substratos que se encontram disponíveis no meio kung Jr. 2010.

A ensilagem é uma técnica de conservação de forragem bastante antiga, tendo como objetivo principal a conservação da forragem para obtenção de um produto final com as características químicas semelhantes as originais, com o mínimo possível de perdas (Santos et al., 2013).

A forragem que se destina à produção de silagem deve apresentar algumas características que venham a contribuir para uma fermentação satisfatória, que são: o teor de matéria seca da planta, microbiota epifítica e concentração de carboidratos solúveis, onde este último é o mais importante por assegurar a eficácia da fermentação.

Imediatamente após a vedação do silo, ainda há um desenvolvimento de bactérias aeróbias e respiração da planta, com o passar das horas o oxigênio remanescente vai se exaurindo e diferentes espécies de bactérias aeróbias obrigatórias (que não contribuem para a preservação da silagem) têm seu crescimento inibido pela falta de oxigênio. Posteriormente, após finalizada a fase aeróbia, microrganismos fermentadores se tornam predominantes na massa ensilada.

O principal produto resultante da fermentação é o ácido lático, mas outros produtos também são formados durante esse processo como os ácidos acético, propiônico e butírico. O etanol também pode ser produzido dentro do silo, contudo, há produção deste, quando a fermentação é realizada por bactérias heterofermentativas, enterobactérias e leveduras face ao conteúdo de carboidrato solúvel disponível na forragem Nussio et al, 2002. Assim, é preferível que bactérias homofermentativas estejam presentes no processo fermentativo da silagem, pois cerca de 87% dos seus metabólitos são representados pelo ácido lático, em contrapartida, a presença de bactérias heterofermentativas, irão produzir substâncias adicionais, como etanol, acetato e CO₂ (Santos et al., 2013). Entretanto, como cada espécie forrageira tem sua microflora específica, há a necessidade de estudos relacionados com a identificação dos grupos microbianos presentes nas plantas destinadas à ensilagem.

A diminuição do pH inibe a proliferação de microorganismos deterioradores, promovendo a preservação dos valores nutritivos da silagem. Desta forma, uma forrageira ideal para a ensilagem é aquela que possui teor de carboidratos solúveis adequados para desencadear a fermentação e produzir ácidos necessários à preservação da massa ensilada. De acordo com Ferreira (2002), para se garantir uma fermentação adequada é interessante que se tenha uma concentração de carboidratos solúveis entre 6 e 12% disponível na MS.

Outro fator importante é a concentração de substâncias tamponantes na forrageira que afeta a qualidade do produto final pois, reflete a capacidade de resistir à mudança nos valores de pH, determinado pelas substâncias tamponantes, representadas nas plantas por bases inorgânicas tais como o potássio (K), cálcio (Ca), proteínas, amônia (N-NH₃) e sais orgânicos (malato, citrato).

Após a vedação, no interior do silo, à medida que o oxigênio existente entre as partículas da forragem e também oriundo da respiração celular, vai se exaurindo, o pH começa a reduzir em poucas horas, os microorganismos intensificam sua atividade dentro do silo dando início ao período de fermentação principal, onde está havendo produção dos ácidos orgânicos, que conservam a massa ensilada, pelo consumo principal dos açúcares solúveis. Subsequentemente ocorre a fase de estabilização da massa, quando o pH entra num ponto de estabilização e a atividade microbiana reduz exponencialmente.

De acordo com McDonald et al. (1991), ao longo do processo de ensilagem ocorrem perdas, as quais podem ser quantificadas pelo desaparecimento de MS e/ou energia. As perdas de energia são relativamente menores do que as perdas de MS. As principais fontes de perda de energia provêm da respiração remanescente durante o preenchimento do silo e imediatamente após o processo de vedação; do tipo de fermentação no interior do silo; produção de efluente; "fermentação" secundária durante o período de armazenamento; e a deterioração aeróbia durante a retirada da massa de forragem do silo. Essas perdas em conjunto podem atingir valores de 7 a 40%. As fermentações secundárias que podem ocorrer dentro do silo, podem ser realizadas pelos microorganismos que não são interessantes durante o processo fermentativo, como os clostrídios ou enterobactérias, por exemplo.

Entretanto, se faz necessário conhecer um pouco mais acerca das plantas forrageiras que se destinam especificamente ou têm aptidão para ensilar, conhecendo suas qualidades e limitações para o processo de conservação.

2. Plantas para ensilagem

O Brasil é caracterizado pela sua forte sazonalidade climática, apresentando basicamente duas épocas distintas, uma com precipitação pluvial elevada e outra reduzida. Entretanto, no período de déficit hídrico e temperatura elevada, as pastagens têm sua qualidade e quantidade reduzidas. Dessa forma a utilização da conservação de forragem se torna importante para a produção no campo. Assim, o uso de silagem na alimentação animal é feito para reduzir ou sanar a deficiência de alimento nos períodos de entressafra.

As gramíneas de clima tropical apresentam produtividade elevada no período chuvoso e um declínio acentuado nos períodos secos. Neste contexto, a ensilagem do excedente forrageiro é uma alternativa para aumentar a disponibilidade de alimento no período seco o qual é um período crítico para os animais. Como exemplo de forrageiras tropicais, no âmbito dos capins, com potencial para produção de silagem tem-se: *Brachiaria brizantha* (cv. Marandu), *Brachiaria decumbens* (cv. Basilisk), *Brachiaria humidicula*, *Panicum maximum* Jacq. (cv. Colômbio, Tobiatã, Tanzânia, Mombaça, Vencedor, Centauro, Massai), *Pennisetum purpureum* Schum (cv. Napier, Taiwan, Merker, Porto Rico, Camarões, Mott), *Cynodon dactylon* (Tifton) e o híbrido de *Cynodon dactylon* x *C. nlemfuensis* (Coastcross), (Patrizi et al, 2004; Santos et al, 2006; Ribeiro et al, 2008; Oliveira et al, 2007; Zopollatto et al, 2009; Lopes & Evangelista, 2010). Em comparação às demais forrageiras aptas à ensilagem, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) se destaca nas pesquisas de silagens por apresentar alta produtividade e maior teor de carboidratos solúveis (Zanine, et al., 2010).

As plantas forrageiras mais utilizadas para fazer silagem são o milho e o sorgo, devido a seus elevados teores de carboidratos solúveis e produção de matéria seca Zanine et al. (2010). Entretanto, estudos recentes demonstraram que diferentes gramíneas podem ser utilizadas para ensilagem se forem colhidas em estágio de maturidade jovem, ou se utilizados aditivos apropriados para proporcionar uma fermentação de qualidade que possa conservar o material. No caso, para o capim-elefante pode-se utilizar o termo “jovem” quando a planta se encontra entre 30 a 60 dias de rebrota (Valadares Filho et al., 2006), período em que há maior concentração dos nutrientes na planta.

Existem diversos fatores que afetam o padrão de fermentação da silagem e, conseqüentemente, a qualidade da mesma, destacando-se o teor de matéria seca, a

quantidade de carboidratos solúveis e população inicial de bactérias ácido lácticas BAL (Pereira et al., 2006). Estas características próprias da planta, podem variar de acordo com as espécies e estágio de maturidade. O milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) seguido pelo milheto (*Pennisetum glaucum*) e girassol (*Helianthus annuus*) parecem ser as espécies mais adaptadas para produção de silagem, por apresentar alto teor de carboidratos solúveis, baixo poder tampão, produtividade satisfatória de matéria seca e qualidade da silagem produzida. Segundo Miranda et al. (2010), embora, o valor nutricional da silagem de sorgo seja considerado menor do que o milho, o sorgo tem demonstrado um importante papel na produção de forragem no Brasil e no mundo, destacando-se como uma espécie resistente as situações ambientais adversas, como estresse hídrico.

O capim-elefante apresenta destaque por apresentar características químicas mais positivas para confecção de silagens. Porém, existem algumas limitações da produção de silagem com esta gramínea, pois este apresenta alto poder de tamponamento, mas que pode ser contornado quando acrescido de algum aditivo.

Ensilagem de capim-elefante

Atualmente, tem-se desenvolvido estudos avaliando silagens de capins com o propósito de otimizar a produção nas propriedades, entretanto, encontraram-se algumas limitações na produção da silagem, pois como as gramíneas possuem baixo teor de carboidratos solúveis e alto poder tampão, não foi conseguido muito sucesso com as silagens de capins. No caso específico do capim-elefante, o mesmo apresenta teor de carboidratos solúveis médios, porém apresenta um baixo teor de matéria seca quando colhido até os 60 dias de rebrotação (Dall'Agnol et al, 2004).

O capim-elefante é reconhecidamente uma das gramíneas tropicais que apresenta maior potencial produtivo, sendo uma das plantas forrageiras utilizadas para conservação na forma de silagem. Entretanto, ao ser cortado em idade inferior a 90 dias de rebrota, esta forrageira apresenta-se no seu pico de produção e o valor nutritivo são adequados, o teor de umidade presente na planta encontra-se em torno de 80% ou mais, aumentando sobremaneira o risco de fermentações indesejáveis com maior produção dos ácidos acético e butírico e de nitrogênio amoniacal, amidas e aminas (Nascimento Jr 2001).

Zanine et al. (2010), avaliado a inclusão de raspa de mandioca em silagens de capim-elefante observaram que o nível de 7% de raspa de mandioca é suficiente para

melhorar o perfil fermentativo das silagens. Assim, pode-se inferir que, o capim-elefante pode ser utilizado para confecção de silagem de boa qualidade, reduzindo as limitações da produção da mesma.

De acordo com Evangelista et al. (2004), o capim-elefante é uma gramínea que apresenta baixos teores de matéria seca, alto poder de tamponamento e baixos teores de carboidratos solúveis em estágio jovem de desenvolvimento, onde nesse momento apresenta bons valores nutritivos. Nesse momento do estágio de maturidade, quando o capim é ensilado, podem ocorrer fermentações indesejáveis (fermentações secundárias). Ambientes úmidos com valores de pH e temperatura elevados favorecem ao desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*. Estas bactérias são responsáveis por grandes perdas porque produzem ácido butírico em vez de ácido láctico e CO₂.

Entretanto, para minimizar os problemas encontrados nas silagens de capins, podem ser utilizadas técnicas para melhorar principalmente o teor de MS, como o emurchecimento do material ou o uso de aditivos, ou ainda misturar o capim com outra forragem complementar que equilibre a fermentação e se obtenha êxito na qualidade do produto final.

Para utilizar um ingrediente como aditivo nas silagens de capins, este deve apresentar teor de MS elevado, alta capacidade de retenção de líquido, boa palatabilidade e fornecer algum carboidrato para fermentação. Devem ser de fácil aquisição, manipulação e baixo custo, para não onerar a produção (Igarasi, 2002).

As pesquisas conduzidas com gramíneas, analisando a adição de diversos tipos de aditivos, apresentam resultados onde o aumento do teor de MS ou de carboidratos favorece a fermentação láctica e, na maioria dos casos, reduz as perdas da silagem. Tem-se utilizado uma enorme variedade de aditivos, e dentre tantos pode-se destacar alguns como farelo de trigo, milho, polpa de frutas e subprodutos de indústria de biodiesel, cana-de-açúcar melaço e até frutas tropicais como jaca (Zanine et al, 2006; Pardo et al, 2008;. Santos et al, 2008; Andrade & Melotti, 2004; Zanine et al, 2010; Silva et al, 2011). É válido ressaltar que esses aditivos devem ser utilizados respeitando-se o nível recomendado pelos autores, caso contrário, os efeitos podem colocar em risco a eficiência do processo fermentativo.

Estudos realizados com adição de aditivos mostram resultados satisfatórios. A jaca é uma fruta que tem o teor elevado de carboidratos solúveis. Silva et al. (2011), adicionaram jaca *in natura* em silagens de capim-elefante e observaram que a inclusão de 15% foi suficiente para melhorar o seu perfil fermentativo, fornecendo carboidratos

solúveis necessários para o desenvolvimento das bactérias lácticas, o que leva à diminuição do pH devido à produção de ácido láctico e redução das populações de enterobactérias, que não suportam a redução do pH.

Zanine et al. (2010), avaliaram a adição de raspa de mandioca na silagem de capim elefante e constataram que a inclusão deste aditivo na silagem diminuiu as perdas por gases e efluentes e melhora o perfil fermentativo de silagens e o nível de 7% da matéria natural foi suficiente para assegurar essa melhoria.

O uso de aditivos que forneçam substratos fermentescíveis para otimizar a fermentação da silagem e consequentemente a manutenção e produção de bactérias homofermentativas é interessante para dar margem de produção para as silagens de capins.

Ensilagem de sorgo forrageiro

As espécies forrageiras que se destinam ao processo de ensilagem apresentam alguns atributos que favorecem à fermentação da silagem as quais são principalmente o teor de MS, microflora epifítica e o teor de carboidratos solúveis. Com isso, pode-se inferir que o sorgo é uma gramínea apropriada para a ensilagem por possuir tais características (Santos et al., 2006).

O sorgo é uma cultura que pode ser comparada ao milho, quanto aos seus valores nutritivo e agrônomo. No entanto, considerando-se a exigência e a produtividade, o sorgo se sobressai por apresentar maior tolerância à seca, sua capacidade de recuperação e produção após períodos de déficit hídrico, respondendo até em solos com limitações de nutrientes (Rodrigues et al., 2002; Vieira et al., 2004), e suas características fenotípicas que facilitam o plantio, manejo, colheita e armazenamento (Botelho et al., 2010). Além de suas características agrônomicas, o sorgo apresenta atributos desejáveis à fermentação, como teor de MS, concentração adequada de carboidratos solúveis e baixo poder de tamponamento (Neumann et al., 2002; Fernandes et al., 2009).

Dentre as diversas cultivares de sorgo forrageiro, o BRS Ponta Negra se destaca pela sua precocidade (Cunha e Lima, 2010), e elevada performance na produção de massa mesmo em condições de estresse hídrico ou solos com alto teor de alumínio. Ainda, possui resistência ao acamamento e a algumas doenças (Santos et al., 2007). Apesar de possuir diversas qualidades que viabilize o processo de ensilagem, a cultivar BRS Ponta Negra apresenta elevado teor de carboidratos solúveis, o que pode facilitar a

multiplicação de leveduras, bolores e bactérias entéricas, pelo excesso de substratos para seu desenvolvimento. Não obstante, a maior concentração de carboidratos solúveis do sorgo forrageiro encontra-se no colmo, assim, silagens dessa cultura pode resultar em fermentações alcólicas devido a essa elevada concentração de carboidratos.

Plantas que apresentam elevado teor de carboidratos solúveis favorece o desenvolvimento e ação das leveduras, como exemplo se pode citar a cana-de-açúcar, pois as silagens de cana são caracterizadas pelo excesso de carboidratos solúveis e intensa fermentação alcoólica realizada principalmente pelas leveduras que por consequência haverá produção elevada de dióxido de carbono, etanol e água (Cavali et al. 2010).

Como exemplo, a ensilagem do sorgo pode apresentar problema de fermentação, devido ao teor de carboidratos solúveis que o mesmo apresenta, o pH tende a cair rapidamente podendo favorecer fermentações indesejáveis, assim é interessante testar a inclusão de algum material como aditivo para tentar reduzir ou sanar essa problemática.

Geralmente, plantas que possuem carboidratos solúveis em concentrações acima do que a literatura preconiza para uma boa fermentação, vai sim apresentar alguma descaracterização quanto a qualidade e estabilidade da silagem produzida seja pela produção de etanol ou seja por outro fator. Assim, a mistura de aditivos nas silagens que apresentam limitações para confecção pode ser reduzida ou sanada, a partir da mistura de culturas ou outros aditivos.

Silagens mistas de plantas forrageiras

A mistura de culturas forrageiras é uma alternativa interessante para os produtores pois, essa mistura favorece ao melhor aproveitamento e otimização do uso das plantas forrageiras disponíveis dentro da propriedade com função aditivo, para melhorar a qualidade de uma determinada silagem ou sanar alguma limitação de confecção de silagem de uma determinada cultura.

Pesquisadores vem realizando diversos estudos avaliando a mistura de capim-elefante com diversos produtos tanto para melhorar a qualidade da massa ensilada resultante, como para aproveitar algum material disponível na propriedade, objetivando otimizar a produção.

A cana-de-açúcar pode ser utilizada como alternativa para utilização do capim-elefante em estágio de maturidade mais maduro, pois, a cana por possuir uma fração fibrosa mais palpável, esta age como material absorvente, eleva o teor de MS da silagem

além de fornecer açúcares fermentescíveis prontamente disponíveis para a ensilagem de forragens tropicais (Cavali et al., 2010).

Cavali et al. (2010), avaliando silagens mista de cana-de-açúcar e capim-elefante encontraram resultados satisfatórios para o estudo, pois, a relação de 25% de cana e 75% de capim melhora o valor nutricional e eleva a recuperação de MS, em detrimento das baixas produções de gases e efluentes.

Zanine et al. (2010), realizou um estudo avaliando silagens de capim-elefante com adição de raspa de mandioca em 0%, 7%, 15% e 30% de adição raspa na silagem de capim. Assim, observou-se que o nível de 7% de adição de raspa de mandioca na silagem de capim-elefante é suficiente para melhorar o perfil fermentativo, diminuiu as perdas por gases e efluentes, aumentou a recuperação de MS, melhorando o valor nutricional da silagem de capim-elefante.

Santos et al. (2008), avaliaram silagens de capim-elefante com inclusão de jaca pré-desidratada em 5%, 10% e 15% de inclusão na matéria natural, e observaram que houve aumento na recuperação de MS, melhora o perfil fermentativo, sendo que o menor nível de inclusão de jaca (5%) foi suficiente para assegurar as características adequadas da silagem.

Silva et al. (2011), realizou pesquisa semelhante à de Santos et al. (2008), só que com jaca *in natura*, e obteve resultados semelhantes, onde assegurou uma boa fermentação da silagem do capim-elefante, aumento da recuperação de MS, diminuição das perdas por gases e melhoria da composição bromatológica.

Entretanto, pode-se perceber que a variedade de experimentos realizados com diferentes tipos de produtos e culturas forrageiras utilizados como aditivo para a silagem de capim-elefante levam todos à resultados positivos, desde que, forneçam substratos necessários à uma adequada fermentação.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do Experimento e Período Experimental

O sorgo foi implantado na Fazenda Santa Tereza, situado na zona rural do Município de Areia, do brejo Paraibano. Foram coletadas amostras de solo para a realização de análise química. De acordo com a análise do solo, não houve necessidade da realização de calagem, sendo apenas efetuada adubação de cobertura, com 50 kg/ha de N na forma de uréia.

O sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) variedade BRS Ponta Negra e o Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) cultivar cameroon foram as culturas forrageiras utilizadas para a confecção das silagens experimentais.

A semeadura do sorgo foi realizada no dia 06 de junho de 2013 e 104 dias após a semeadura foi colhido. Os grãos do sorgo encontravam-se no estágio de maturidade leitoso/pastoso. Após a colheita, o sorgo foi conduzido imediatamente às dependências do Setor de Bovinocultura de leite do Centro de Ciências Agrárias (CCA), Campus II, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) para ser triturado.

O capim-elefante utilizado foi de uma capineira já implantada que se encontra nas dependências do Setor de Bovinocultura Leiteira do Departamento de Zootecnia da UFPB, com 50 dias de rebrota. As plantas foram colhidas inteiras manualmente, picadas em máquina forrageira estacionária regulada para cortar a forragem em partículas de aproximadamente 2 cm, e misturadas, no dia 13 de setembro de 2013. Após picadas as plantas, estas foram conduzidas ao setor de forragicultura para proceder com a ensilagem. A compactação do material foi realizada com soquetes de madeira para atingir uma densidade específica de aproximadamente 500 kg/m³ de matéria natural. Após o fechamento, os silos foram pesados e armazenados em área coberta, em temperatura ambiente, até o momento de abertura.

O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso, compostos por cinco tratamentos com quatro repetições. Os tratamentos foram representados pelos níveis de sorgo nas silagens de capim-elefante (CE): 0 % (apenas capim); 25% (25% sorgo + 75% capim); 50% (50% sorgo+50% capim); 75% (75% sorgo + 25% capim) e 100% (apenas sorgo), na matéria natural.

Foram confeccionados 40 silos de PVC, com 15 cm de diâmetro e 40 cm de altura para ensilar o material de estudo, onde estes foram divididos em dois grupos de 20 silos.

Pegaram-se 20 silos para avaliação das perdas do processo de ensilagem e, composição bromatológica das silagens no momento de abertura dos silos e após 48 horas de exposição ao ar. Aos 20 silos de PVC foi adicionado 0,800 kg de areia ao fundo para absorção de efluentes, separado por TNT, o qual impedia a mistura do material ensilado com a areia. Os silos foram fechados com uma tampa contendo uma válvula de *Bunsen* para vazão dos gases produzidos durante os processos fermentativos da silagem, para avaliar as perdas por gases e efluentes.

Para avaliação do processo fermentativo, as variáveis avaliadas foram pH, teor de nitrogênio amoniacal (N-NH_3), contagem de populações microbianas (populações de bactérias ácido lácticas, enterobactérias, mofos e leveduras). Para avaliação da composição bromatológica avaliou-se a matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos solúveis (CS).

A coleta de amostras para a análise microbiológica foi realizada em sete períodos sendo nos dias 1, 3, 7, 15, 30 dias de ensilagem, sendo neste último após 24 e 48 horas de exposição ao ar.

Para estimativa de perdas por gases e efluentes, utilizou-se as equações descritas por Zanine et al. (2010).

Os outros 20 silos de PVC foram preenchidos completamente pelo material ensilado, sem areia ao fundo, para se estimar as perdas totais durante a fermentação e após 48 horas de abertura. Durante o período de 48 horas foi verificada as temperaturas ambiente, externa e interna da massa, a cada duas horas. O procedimento de avaliação teve início às 16:00 horas do dia 16 de outubro de 2013 sendo finalizado às 16:00 horas do dia 18 do mesmo mês e ano.

O material a ser avaliado foi colocado sob uma lona plástica de cor preto no chão, sob temperatura ambiente. A pilha da massa de forragem tinha aproximadamente 16 cm de altura.

Imediatamente após a abertura dos silos, verificaram-se as temperaturas superficial e interna da massa das silagens e, a temperatura ambiente. A temperatura superficial da massa foi aferida com auxílio de um termômetro digital sem toque, enquanto, a temperatura da massa, com um termômetro digital de imersão, inserido a aproximadamente 10 cm em pelo menos quatro pontos diferentes do conteúdo exposto, no centro e dos lados. A temperatura ambiente foi controlada através de termômetro suspenso ao ar. A estabilidade aeróbia foi calculada como o tempo observado para que a silagem, após exposição ao ar, apresentasse aumento de 2°C em relação à temperatura ambiente, de acordo com Taylor e Kung Jr (2002).

Para uma melhor caracterização do processo de deterioração das silagens foram consideradas as variáveis: pH, temperatura, conteúdo em nitrogênio amoniacal e composição microbiológica das silagens com 24 e 48 horas

O ensaio de estabilidade aeróbia da silagem sob a lona plástica, simulou as condições encontradas no campo. Sendo que a oscilação de temperatura ambiente (diurna e noturna) foi registrada.

Análises Laboratoriais

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal e Avaliação de Alimentos do CCA/UFPB.

As análises de MS, matéria mineral (MM) e PB foram realizadas de acordo com as metodologias preconizadas pela AOAC (1990), com adaptações de Detmann et al. (2012). Para a determinação de FDN foi utilizada a metodologia preconizada por Mertens (2002) com α -amilase.

Para se determinar a concentração de CS, utilizou-se o método do ácido sulfúrico concentrado, descrito por Dubois et al. (1956), com adaptações de Corsato et al. (2008). Para a extração, 100 mg de amostra seca e moída foram adicionadas a 100 mL de solução de etanol a 80% e colocada em aparelho de banho-maria a 80°C durante 30 minutos. Posteriormente, o material foi filtrado, o resíduo sólido descartado e completou-se o volume para 500 mL com água destilada em balão volumétrico e homogeneizado o extrato etanólico. Em seguida, foram retiradas alíquotas de 2 mL do extrato etanólico, adicionou-se 1 mL de solução de fenol a 5% e 5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Construiu-se uma curva padrão com concentrações crescentes de solução de glicose a 0,01%, conduzindo-se as leituras em espectrofotômetro a 510 nm de absorbância. Os teores de CS foram calculados em $\text{g} \times 100 \text{ mL}^{-1}$, com base na solução e posteriormente, ajustado com base na matéria seca de cada amostra utilizada.

A determinação do pH em água destilada ocorreu em duplicata, coletando-se aproximadamente 25 g de amostra do material ensilado de cada tratamento e adicionado 100 mL de água. Após 1 hora, realizou a leitura, de acordo com a metodologia descrita por Bolsen et al. (1992), utilizando-se um potenciômetro.

Para a determinação de N-NH_3 das amostras, seguiu-se a metodologia conforme Bolsen et al. (1992), em 25 g de amostra fresca foram adicionados 200 mL de solução de H_2SO_4 a 0,2 N. Após repouso de 48 horas em refrigeração, a mistura foi filtrada com auxílio de papel filtro.

Uma porção de cada amostra coletada destinou-se à análise de ácidos orgânicos, através do método citados por Kung Jr e Ranjit (2001): 10 mL de amostra foram diluídas a 10% em água destilada, acidificada com H_2SO_4 a 50% e filtradas em papel de filtro tipo Whatman. Em 2 mL do filtrado, adicionou-se 1 mL de ácido metafosfórico a 20% e 0,2 mL de ácido fênico a 0,1%. As amostras foram centrifugadas e, posteriormente, procedeu-se às análises dos ácidos orgânicos (lático, acético, propiônico

e butírico) por cromatografia líquida de alta resolução em cromatógrafo líquido de alto desempenho (HPLC), da marca SHIMADZU, detector modelo SPD-10^a VP acoplado ao detector ultravioleta (UV), utilizando-se um comprimento de ondas de 210 nm.

A avaliação microbiológica foi realizada de acordo com as recomendações de González e Rodrigues (2003), coletando-se 25 g de amostra fresca de silagens extraídas conforme os períodos de abertura definidos. Foram adicionados 225 mL de água destilada e processados em liquidificador por aproximadamente 1 minuto. Retirou-se 1 mL da mistura e se pipetou com a devida diluição (10^{-1} a 10^{-9}). O plaqueamento foi realizado em duplicata para cada meio de cultura. Os meios utilizados e os períodos de incubação variaram de acordo com o grupo de microrganismos:

O meio MRS para contagem de lactobacilos (após incubação de 48 horas em estufa à temperatura de 37° C);

O meio BDA (Batata Dextrose Ágar) acidificado com ácido tartárico a 1%, para contagem de leveduras e mofos (após 5 dias de incubação à temperatura ambiente);

O meio Ágar Brilliant Green Bile para contagem de enterobactérias (depois de incubação de 24 horas à temperatura de 35° C).

As placas consideradas susceptíveis à contagem foram aquelas em que houve valores entre 30 e 300 UFC (unidade formadora de colônia) em uma placa de Petri. Consideraram-se então as médias das placas da diluição selecionada. A diferenciação entre leveduras e bolores se deu pela estrutura física das colônias, o que foi visualmente perceptível, pois leveduras são unicelulares e bolores multicelulares.

Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão ($P > 0,05$), utilizando o programa de análise estatística Sisvar (Ferreira, 2008). Adotou-se como critério para escolha dos modelos de regressão, a significância dos parâmetros estimados pelos modelos e os valores dos coeficientes de determinação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores apresentados na tabela 1, ilustram a concentração de carboidratos solúveis e teor de matéria seca na forragem antes da ensilagem.

Tabela 1. Percentuais médios de carboidratos solúveis (CS) e matéria seca (MS) do material fresco, antes da ensilagem.

	Proporções de sorgo forrageiro (%)				
	0	25	50	75	100
CS	14,69	16,36	20,05	23,91	25,03
MS	21,46	22,73	24,01	25,30	26,58

Para as forragens que se destinam à produção de silagens, alguns fatores são levados em consideração para determinar o tipo de fermentação que ocorrerá dentro do silo. No entanto, considera-se o teor de matéria seca, capacidade tampão, teor de açúcar fermentável, dentre outros.

Tomando como base dois destes fatores, a matéria seca e o carboidrato solúvel, percebe-se que são fundamentais para que haja uma fermentação adequada dentro do silo.

O teor de matéria seca é um dos fatores determinantes para o processo fermentativo pois, as forragens com umidade elevada propicia à proliferação de microrganismos indesejáveis, podendo ocorrer também em forragens com alto teor de matéria seca aumentando a fase aeróbica do processo fermentativo (Machado et al., 2012).

De acordo com McDonald et al., (1991), a concentração de carboidratos solúveis na forragem destinada à ensilagem influencia diretamente no perfil fermentativo da massa ensilada, em detrimento dos açúcares serem os principais substratos utilizados pelos microrganismos para a produção de ácidos orgânicos. Não obstante, uma cultura que apresenta elevado teor de carboidrato proporciona um meio adequado para o crescimento de microrganismos desejáveis, porém, o excesso de carboidratos solúveis pode predispor o meio à fermentações indesejáveis resultando em perdas que podem afetar a matéria seca e valor nutritivo da massa (Ribeiro et al., 2010) e, na concentração de ácidos orgânicos.

No período inicial de fermentação pode-se perceber que as enterobactérias competem com as bactérias lácticas pelos carboidratos solúveis disponíveis, já que os

dois grupos microbianos são os que se encontram em evidência (Tabela 2). Os carboidratos solúveis disponíveis nesse momento é de fundamental importância para a capacidade competitiva de cada grupo, onde as bactérias lácticas iram produzir ácido láctico inibindo as enterobactérias, levando à um processo fermentativo adequado.

Observou-se efeito do período de fermentação, ao longo dos 30 dias e nos períodos de 24 e 48 horas após abertura dos silos para as enterobactérias, mofo e leveduras e bactérias lácticas (Tabela 2).

As bactérias do ácido láctico (BAL) são os principais microrganismos responsáveis pelo tipo de fermentação requerida para a produção de um ácido forte, como o ácido láctico, o qual, preserva o material em condições ótimas tornando o material ensilado próprio para o consumo pelos animais.

As BAL se fizeram presentes em todos os tratamentos avaliados, porém alguns apresentaram comportamento decrescente até o sétimo dia. O pico de BAL para as silagens com 25, 50 e 100% foram no terceiro dia. A partir do décimo quinto dia, houve uma redução, devido provavelmente a estabilidade da fermentação que ocorre neste período. Possivelmente pelo fato do sorgo possuir maior teor de CS. O decréscimo na população destes microrganismos a partir deste ponto, se deve provavelmente à redução da quantidade de carboidratos para fermentação pois, é uma dinâmica normal dentro do processo de conservação em ensilagem de capins (Balsalobre et al., 2001; Santos et al., 2011).

As enterobactérias apresentaram pico de desenvolvimento no dia um para todos os tratamentos, tendo seu maior valor no tratamento com 25% de sorgo (1,04 log UFC/g). No dia três, só houve presença de enterobactéria no tratamento com 100 % de capim-elefante, desaparecendo por completo a partir do sétimo dia. Este desaparecimento pode estar associado ao maior desenvolvimento das bactérias lácticas e consequente acidificação do meio pela produção de ácido láctico mais elevada.

Santos et al. (2011) avaliando silagens de capim-braquiária colhido em diferentes idades observaram o desaparecimento de enterobactérias, somente a partir do 28 dia após ensilagem, resultando em perdas superiores a 15 g/kg de MS total, independentemente da idade de rebrota. Portanto, observa-se que a dinâmica do desenvolvimento de enterobactérias nas silagens avaliadas mostrou-se como satisfatória, com o crescimento desse grupo microbiano apenas no primeiro dia de fermentação, podendo-se inferir que o processo de fermentação e queda do pH foram suficientes para inibição desses microrganismos.

Tabela 2. Contagem de enterobactérias (ENT), mofos e leveduras (M e L) e bactérias do ácido láctico (BAL) em silagens de capim elefante com diferentes proporções de sorgo forrageiro ao longo do período de fermentação (dias) e durante o período de exposição das silagens ao ar.

PS (%)	Período de fermentação (dias)						
	1	3	7	15	30	30 (24hrs)	30 (48hrs)
	BAL (log UFC/g forragem)						
0	8,40	9,78	9,81	8,71	6,67	8,12	7,88
25	8,29	9,67	8,75	8,01	5,30	6,61	7,76
50	9,75	9,71	8,76	7,77	6,69	6,62	7,59
75	9,24	7,84	8,80	6,84	7,18	7,96	8,39
100	8,04	9,73	9,71	ND	7,44	8,02	7,99
ENT (log UFC/g forragem)							
0	0,81	ND	ND	ND	ND	ND	ND
25	1,04	ND	ND	ND	ND	ND	ND
50	0,50	ND	ND	ND	ND	ND	ND
75	0,43	ND	ND	ND	ND	ND	ND
100	0,23	0,46	ND	ND	ND	ND	ND
M e L (log UFC/g forragem)							
0	6,49	4,94	6,45	6,55	ND	ND	0,76
25	5,48	7,46	7,47	4,51	ND	ND	0,11
50	3,62	5,49	7,36	8,62	ND	0,60	0,12
75	4,53	6,71	5,45	5,25	ND	0,56	0,16
100	6,27	6,53	6,67	6,84	4,77	0,49	0,37

As populações de mofos e leveduras (ML) mostraram-se presentes e em maior número nos primeiros 15 dias de fermentação, permanecendo presentes em todos os períodos de fermentação nas silagens. No trigésimo dia foi observada contagem de M e L somente no tratamento com 100% de sorgo (4,77 log UFC/g). Durante a exposição das primeiras vinte quatro horas o tratamento composto apenas de sorgo e no tratamento

com 25% de inclusão de sorgo na silagem de capim não houve presença de mofo e leveduras, aparecendo apenas nas silagens com menores proporções de sorgo, possivelmente pelo fato de o capim possuir capacidade tamponante mais elevada.

Os valores de pH tiveram ajuste de modelo quadrático ($P < 0,05$) em função das proporções de sorgo (Tabela 3), esse comportamento pode ser associado as diferentes proporções de sorgo nas silagens de capim, pois, pode-se perceber que as diferentes proporções causou variações à medida que adicionou sorgo, elucidando a mudança nos valores de pH ao longo dos tratamentos, sendo que o tratamento com 75% de sorgo apresentou menor valor de pH (3,36). Desta forma, o pH diminui pelo de que o teor de CS aumentou com inclusão de sorgo. Quanto mais elevado o conteúdo de CS na silagem, esta tende a suportar o crescimento de BAL, consequentemente produz ácido láctico em quantidades adequadas para a diminuição mais acelerada do pH. Loures et al (2003)

As silagens objeto de estudo apresentaram-se na faixa ideal de pH preconizado pela literatura. De acordo com McDonald et al (1991) apud Zanine (2010), a faixa de pH considerada ideal é de 3,8 a 4,2.

Tabela 3. Valores médios e equações de regressão apresentados para pH, N-NH₃ (nitrogênio amoniacal), ácidos láctico (AL), acético (AA), propiônico (AP) e butírico (AB) em silagens de capim elefante com diferentes proporções de sorgo forrageiro.

	Proporções de sorgo (%)					CV (%)
	0	25	50	75	100	
¹ pH	4,30	3,49	3,37	3,36	3,43	2,28
² N-NH ₃ (%NTotal)	2,73	1,66	1,49	1,30	1,18	13,25
³ AL (g/kg MS)	20,00	40,50	44,40	42,40	44,60	2,78
⁴ AA (g/kg MS)	14,40	13,20	10,10	11,40	11,10	2,30
AB (g/kg MS)	0,40	0,30	0,30	0,40	0,40	6,92
⁵ AP (g/kg MS)	2,40	1,80	2,60	3,00	2,80	7,59
CHO (g/kg MS)	91,80	93,41	71,04	60,31	63,16	15,59
Equações de regressão						
¹ $\hat{Y} = 0,42322 - 0,00286 X + 0,0002 X^2$			$R^2 = 93,22$		$P<0,05$	
² $\hat{Y} = 0,2367 - 0,00138 X$			$R^2 = 78,03$		$P<0,05$	
³ $\hat{Y} = 0,2818 + 0,00204 X$			$R^2 = 60,15$		$P<0,05$	
⁴ $\hat{Y} = 0,13746 - 0,00033 X$			$R^2 = 57,99$		$P<0,05$	
⁵ $\hat{Y} = 0,0212 + 0,00008 X$			$R^2 = 50,99$		$P<0,05$	
CV = coeficiente de variação						
R^2 = coeficiente de determinação						

Para as concentrações de nitrogênio amoniacal houve efeito linear decrescente ($P < 0,05$), de acordo com Muck (1996), silagens que apresentam baixos valores de pH, as bactérias proteolíticas são inibidas, logo, a proteólise é reduzida, consequentemente reduz a produção de nitrogênio amoniacal. Este fato, pode justificar os resultados

encontrados (Tabela 3), pois, a medida que o pH foi diminuindo as concentrações de N-NH_3 . Os teores de nitrogênio amoniacal resultantes neste experimento, foram próximos aos valores relatados por Macedo et al.(2012), trabalhando com silagens de sorgo em função de adubação nitrogenada.

As concentrações de ácido láctico (Tabela 3), apresentaram um comportamento linear crescente ($P<0,05$), a medida que adicionou o sorgo nas silagens de capim, enquanto que para a ácido acético houve ajuste de modelo linear decrescente ($P<0,05$). Esses resultados podem ser justificados pelo fato de que as silagens de CE apresentaram baixa MS logo, a fermentação acética foi mais acentuada ao passo que adicionou sorgo, ou seja, aumentou a MS favorecendo assim a fermentação láctica, com isso o ácido acético diminuiu.

As bactérias do ácido láctico são os principais responsáveis pelo tipo de fermentação requerido para a produção de silagens bem conservadas. Porém, vale ressaltar que não é apenas o ácido láctico garante uma boa silagem, mas o pH também é outro fator que indica qualidade do produto pois, este, pode estar associado a concentração de ácidos orgânicos no meio.

Estes resultados possivelmente podem estar atrelados também à atividade das BAL heterofermentativas ativas na microflora ativa dentro do silo, sendo que quanto menor o número destas, menor será a quantidade de ácido acético produzido. De acordo com Pahlow et al., (2003), este grupo de bactérias é o segundo grupo mais numeroso da microflora epifítica ativa no silo, e, portanto, o mais importante em competição com a microflora de BAL, produzindo principalmente ácido acético.

Não houve ajuste de modelo para as concentrações de ácido butírico ($P>0,05$) em função das proporções de sorgo forrageiro nas silagens de capim elefante, apresentando baixos valores. Não obstante, pode-se fazer uma correlação entre as concentrações de ácido láctico e ácido butírico, para avaliar a qualidade da fermentação da silagem, pois de acordo com Ohmomo, et al., (2002), a produção de ácido láctico inibe a produção de ácido butírico a qual é uma característica essencial para a produção de silagem de boa qualidade logo, pode-se avaliar a qualidade da fermentação da silagem com base nas concentrações desses dois ácidos.

Para as concentrações de ácido propiônico houve ajuste de modelo linear crescente ($P<0,05$), em função das proporções de sorgo. Possivelmente, é um indicativo de maior participação de bactérias propiônicas. Esse fato pode estar atrelado a

diminuição de BAL nas silagens, deixando espaço para que as bactérias propiônicas se desenvolvessem.

Para as concentrações de carboidratos residuais (Tabela 3) não houve ajuste de modelo ($P>0,05$), porém, apresentou um comportamento que era esperado, variando de 91,80 a 60,31 g/kg MS. De acordo com McDonald et al. (1991), o teor de carboidratos solúveis acima de 50 g/kg é suficiente para assegurar uma boa fermentação.

O processo de conservação de forragem é suscetível à perdas de nutrientes de diversas grandezas, eventualmente essas perdas ocorrem ao longo do período de ensilagem, podendo ser na forma de efluentes por exemplo. Contudo sabe-se que efluentes são indesejáveis dentro do silo, devendo ser evitado para não ocasionar prejuízos na qualidade final do produto (Driehuis e Oude Elferink, 2000). Estas perdas podem ser ocasionadas pelo manejo nas etapas de confecção e, dentro do silo pelas transformações oriundas do metabolismo dos microrganismos responsáveis pela atividade fermentativa dentro do silo.

Não houve ajuste de modelos para os valores de perdas por gases ($P>0,05$), em função dos níveis sorgo nas silagens de capim (Tabela 4). De acordo com McDonald et al. (1991), apud Oliveira et al. (2010), as perdas por gases são significativas quando há fermentação alcoólica dentro do silo.

Entretanto, observou-se perdas mínimas no trabalho em discussão, podendo-se inferir que a mistura das silagens é eficiente, apresentando o menor valor no tratamento contendo 50 % de capim e 50% de sorgo.

Tabela 4. Valores médios e equações de regressão apresentados para PG (perdas por gases), PE (perdas por efluentes) e RMS (recuperação de matéria seca) em silagens de capim elefante com diferentes proporções de sorgo forrageiro.

Proporções de sorgo (%)						
(g/kg MS)	0	25	50	75	100	CV (%)
PG	50,32	46,80	46,23	59,17	57,80	16,24
¹ PE	19,14	20,32	21,09	14,57	10,73	11,92
Equações de regressão					R ² =65,84	
¹ Ŷ = 2,16885 – 0,00903 X						

Os valores de perdas por efluentes apresentaram comportamento linear decrescente ($P<0,05$), em função dos níveis de sorgo. As perdas por efluentes são ligadas à atividade da água de metabolismo, o teor de MS da forrageira ensilada como também ao processo de corte ou utilização de aditivos (Itavo et al., 2010). Essas perdas diminuíram possivelmente, porque o sorgo possui mais MS, assim diminui a atividade

de água no silo melhorando principalmente a fermentação láctica que por sua vez reduz as chances de haver proteólise por exemplo, reduzindo a produção de efluentes.

Oliveira et al. (2010), observaram que o volume de efluente produzido em um silo é influenciado principalmente pelo conteúdo de MS da espécie forrageira ensilada.

O teor de matéria seca é um dos fatores que afetam diretamente o tipo de fermentação e a conservação da massa ensilada, no entanto, existem outros fatores que influenciam e podem determinar a qualidade da silagem, como exemplo, pode-se citar a microbiota autóctone da planta. Esta é quem irá determinar a fermentação principal dentro do silo.

O conteúdo de MS das silagens apresentou efeito linear crescente ($P < 0,05$) com a inclusão das proporções de sorgo forrageiro (Tabela 5). Observa-se que quando a inclusão do sorgo foi maior, a matéria seca aumentou pois, obteve-se uma variação de 215,91 a 254,32% MS, onde o maior valor observado foi no tratamento com 100% sorgo forrageiro.

Tabela 5. Valores médios e equações de regressão para MS (matéria seca), MO (matéria orgânica), FDN (fibra em detergente neutro) e PB (proteína bruta) em silagens de capim elefante com diferentes proporções de sorgo forrageiro.

	Proporções de sorgo (%)					
(g/kg MS)	0	25	50	75	100	CV (%)
¹ MS	215,91	214,42	223,57	241,56	254,32	2,94
² MO ²	884,91	904,57	916,06	944,68	957,50	0,65
FDN	701,96	692,28	698,59	679,36	724,76	3,26
PB	66,68	60,80	67,20	66,15	67,53	5,29
Equações de regressão						
¹ $\hat{Y} = 20,91645 + 0,04159 X$						$R^2 = 89,50$
² $\hat{Y} = 88,44875 + 0,07412 X$						$R^2 = 98,42$

Possivelmente, esses resultados se devem as condições climáticas do local onde os volumosos foram implantados pois, na porção de brejo os níveis de precipitação são mais elevados, logo isso leva à um menor teor de matéria seca, devido à umidade elevada. Umidade elevada favorece o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium* (produtoras de ácido butírico), além de ocasionar possível aumento das perdas de nutrientes pela liberação de efluentes (Muck, 1988). No entanto, uma forragem com conteúdo elevado de matéria seca apresenta maior dureza, dificultando a compactação e consequentemente a eliminação do ar, podendo ocasionar fermentações indesejáveis, que deterioram a silagem (Zanine et al 2010). As plantas utilizadas no decorrente trabalho, não apresentava-se com conteúdo muito elevado de MS, não havendo dificuldade de compactação, facilitando os processos subsequentes.

Para a confecção de silagem é interessante que a planta destinada ao processo de conservação contenham um teor de MS, de 30 – 40% (Ohmomo, et al 2002). O material utilizado para o decorrente trabalho apresentou valores menores que os recomendados por Ohmomo et al., (2002), tendo seu maior valor no tratamento com 100% sorgo (25,4%MS) contudo, não impediu a fermentação adequada o material ensilado.

Oliveira, et al., (2010), avaliando quatro silagens dentre elas, a silagem de sorgo forrageiro, encontraram valor médio de 24,1% de MS, semelhante ao valor encontrado neste trabalho quando no tratamento de 100% sogo forrageiro. Estes resultados são positivos pois, mostra a capacidade de produção do sorgo em diferentes regiões sem perder a qualidade.

O teor de matéria orgânica das silagens teve efeito linear crescente ($P < 0,05$) em função das proporções de capim elefante (Tabela 5). O plantio do sorgo forrageiro foi realizado em solo diferente daquele cultivado o capim-elefante e, ainda, houve adubação de cobertura no sorgo. Possivelmente, o acúmulo de matéria inorgânica resultante no capim-elefante promoveu valores menores de matéria orgânica às silagens com maiores proporções de sorgo forrageiro.

Para os valores de FDN e PB das silagens não houve ajuste de modelo ($P > 0,05$) em função da inclusão de sorgo forrageiro nas silagens de capim-elefante (Tabela 5). Oliveira et al (2010) avaliando silagens algumas silagens, dentre elas a de sorgo forrageiro, encontraram valores inferiores aos encontrados neste estudo.

A deterioração aeróbia ocorre pelo fato de os produtos da fermentação da silagem, como o ácido lático por exemplo, se torna substrato para o crescimento dos microrganismos e é reintroduzido oxigênio na massa de silagem após abertura do silo (Pahlow et al., 2003), os organismos que estavam no estágio de dormência no ambiente anaeróbio, na presença de oxigênio multiplicam-se rapidamente, promovendo intensa atividade metabólica, gerando calor e consumindo nutrientes.

Observa-se os valores de temperatura, retrata o perfil de estabilidade aeróbia das silagens de capim-elefante mais sorgo forrageiro (Tabela 6).

Os valores de temperatura média tiveram aumento linear ($P < 0,05$) a medida que foi aumentando as proporções de sorgo nas silagens de capim (Tabela 6).

Não houve efeito para os valores de temperatura máxima ($P > 0,05$), entre os tratamentos (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios e equações de regressão apresentados para estabilidade aeróbia considerando T° Média (temperatura média), T° Máxima (temperatura máxima), H° Máxima (tempo em horas para atingir a temperatura máxima) e Taxa durante o período de 48 horas.

	Proporções de sorgo (%)					CV (%)
	0	25	50	75	100	
¹ T° Média	25,84	25,95	26,03	26,03	26,25	0,49
T° Máxima	26,63	26,80	26,99	26,75	27,13	1,23
² H° Máxima	48,00	42,00	33,00	34,50	48,00	9,04
³ Taxa	0,55	0,63	0,83	0,78	0,56	11,70
Equações de regressão						
¹ $\hat{Y} = 2,5847 + 0,00035 X$					$R^2=89,27$	
² $\hat{Y} = 4,96714 - 0,05957 X + 0,00056 X^2$					$R^2=88,03$	
³ $\hat{Y} = 0,05178 + 0,00104 X - 0,00001 X^2$					$R^2=83,79$	

Houve efeito quadrático para os valores de H° máxima ($P<0,05$), em função da adição de sorgo forrageiro nas silagens de capim-elefante.

Para a taxa de acréscimo da temperatura houve ajuste de modelo quadrático ($P<0,05$), em função das proporções de sorgo forrageiro nas silagens de capim-elefante, tendo o maior valor na proporção de 50:50.

As silagens que apresentaram maior temperatura, possivelmente estava ocorrendo maior oxidação da massa pela atividade leveduras pois, a elevação de temperatura e o açúcar residual da massa ensilada, propiciam ambiente favorável para estes microrganismos.

O perfil fermentativo das silagens após 48 horas de exposição ao ar (Tabela 7), mostraram oscilações no comportamento, apresentando uma diminuição de pH, onde este teve ajuste de modelo linear ($P<0,05$), conforme os tratamentos aumentavam a quantidade de sorgo forrageiro. Possivelmente esse resultado se deve ao metabolismo dos açúcares residuais onde os microrganismos que se encontram atuando na massa exposta oxidam os açúcares, mas estes resultados não foram suficientes para quebrar a estabilidade da silagem. Os valores de pH registrados, encontram-se dentro da faixa de acidez considerada adequada entre 3,8 a 4,0% como preconiza a literatura para conservar o material e garantir a estabilidade da silagem.

Tabela 7. Valores de pH, NH₃ (nitrogênio amoniacal), ácidos láctico (AL), acético (AA), propiônico (AP) e butírico (AB) em silagens de capim elefante com diferentes proporções de sorgo forrageiro após 48 horas de exposição ao ar.

	Proporções de sorgo					CV (%)
	0	25	50	75	100	
¹ Ph	4,78	3,88	3,69	3,71	3,66	3,24
² N-NH ₃ (%N _{Total})	2,74	1,40	1,31	0,92	0,70	37,60
³ AL (g/kg MS)	14,41	29,96	34,67	28,00	18,60	4,70
⁴ AA (g/kg MS)	10,45	9,56	7,27	6,48	10,18	3,04
⁵ AB (g/kg MS)	1,08	0,90	1,55	1,45	1,94	7,73
⁶ AP (g/kg MS)	0,15	0,015	0,015	0,20	0,29	4,96
⁷ CHO (g/kg MS)	46,24	53,08	52,08	96,24	101,93	14,72
Equações de regressão						
¹ $\hat{Y} = 0,4432 - 0,00096 X$	$R^2 = 64,26$					
² $\hat{Y} = 0,23275 - 0,00182 X$	$R^2 = 82,43$					
³ $\hat{Y} = 1,50919 + 0,0726 X - 0,0007 X^2$	$R^2 = 97,23$					
⁴ $\hat{Y} = 1,10459 - 0,01367 X + 0,00012 X^2$	$R^2 = 73,15$					
⁵ $\hat{Y} = 0,01273 + 0,00012 X$	$R^2 = 74,25$					
⁶ $\hat{Y} = 0,09346 + 0,0009 X$	$R^2 = 77,19$					
⁷ $\hat{Y} = 3,90095 + 0,06181 X$	$R^2 = 82,92$					

Para o nitrogênio amoniacal houve ajuste de modelo linear ($P < 0,05$), em função das proporções de sorgo nas silagens de capim, sendo observada uma redução na quantidade de nitrogênio amoniacal entre os tratamentos, com relação aos valores obtidos no primeiro momento de avaliação das silagens (Tabela 3). Essa redução pode ser atribuída a maior quantidade de sorgo, enquanto mais sorgo foi adicionado menor a produção de nitrogênio amoniacal.

Houve ajuste de modelo quadrático para o ácido láctico ($P < 0,05$). Observa-se que os valores de AL reduziram significativamente na massa exposta ao ar, isso deve possivelmente, a redução das BAL, ou ainda, pela atividade de consumo do ácido láctico produzido durante a fermentação pelos microrganismos aeróbios, que seriam as leveduras.

Houve ajuste de modelo quadrático para o ácido acético ($P < 0,05$), sendo que os valores desta variável apresentaram uma redução quando comparados aos valores obtidos no momento da abertura dos silos (Tabela 3).

Houve ajuste de modelo linear para o ácido butírico ($P < 0,05$), após 48 horas de exposição ao ar porém, teve seu menor valor no tratamento com 25% de inclusão de sorgo, no entanto, pode-se perceber que esta proporção é adequada para segurar a

estabilidade da silagem quando exposta ao ar por um período de 48 horas, podendo-se inferir ainda, que a quantidade de ácido láctico produzida durante a fermentação foi suficiente para inibir ou evitar maior desenvolvimento das bactérias do ácido butírico, observando-se os valores obtidos no momento da abertura dos silos (Tabela 3).

Para o ácido propiônico houve ajuste de modelo linear crescente ($P < 0,05$), após o período de exposição ao ar, tendo seu valor máximo de produção de ácido propiônico no tratamento de 100% sorgo.

Oliveira, (2008), avaliando silagens de capim-elefante com e sem emurchecimento obtiveram resultados diferentes destes, porém, com valores mais elevados para os dois tratamentos contudo, pode-se inferir que, para esta variável, o capim-elefante com 25% de inclusão de sorgo é interessante por apresentar baixa concentração de AP.

Os valores de carboidratos solúveis apresentaram comportamento linear crescente ($P < 0,05$) apresentando concentrações mais baixas, mostrando que houve maior consumo de açúcares durante a exposição por microrganismos fermentadores que se desenvolvem e/ou são ativados na presença de oxigênio, calor e presença de açúcares no material, exemplo das leveduras.

Possivelmente, quando a massa ficou exposta ao ar os ácidos orgânicos produzidos durante os processos fermentativos, foram consumidos de maneira controlada pelos microrganismos ativos, onde a energia livre que foi liberada ao longo da fermentação e transitoriamente armazenada na forma de ATP, foi utilizada pelos microrganismos para seu desenvolvimento, manutenção e consequentemente no processo de deterioração da massa exposta (Lehninger).

O conteúdo de matéria seca das silagens (Tabela 8) apresentou ajuste de modelo linear crescente ($P < 0,05$) em função das proporções de sorgo, após o período de exposição do material ao ar. Ouve também aumento quando comparado com a silagem imediatamente após a abertura. Isso pode ter sido causado devido à própria desidratação da massa ensilada em contato com o ar e o aumento de temperatura do meio ao longo do ensaio de estabilidade aeróbia com duração de 48 horas.

Tabela 8. Valores médios e equações de regressão apresentados para MS (matéria seca), MO (matéria orgânica), FDN (fibra em detergente neutro) e PB (proteína bruta) em silagens de capim elefante com diferentes proporções de sorgo forrageiro 48 horas após exposição ao ar.

	Proporções de sorgo (%)					
(g/kg MS)	0	25	50	75	100	CV (%)
¹ MS	231,95	226,73	246,97	284,44	279,62	6,73
² MO	899,64	924,87	920,46	940,73	934,73	2,74
FDN	761,39	703,01	717,13	720,55	709,33	3,61
³ PB	595,14	719,20	704,07	687,52	699,45	4,07
Equações de regressão						
¹ $\hat{Y} = 22,33315 + 0,06124 X$						$R^2=89,50$
² $\hat{Y} = 90,688 + 0,03417 X$						$R^2=98,42$
³ $\hat{Y} = 61,34555 + 0,32868 X - 0,00257 X^2$						$R^2= 69,45$

Houve efeito linear para o teor de matéria orgânica ($P<0,05$) para as silagens de capim-elefante com inclusão de silagens de sorgo forrageiro (Tabela 8).

Observa-se que houve efeito quadrático ($P<0,05$), para PB das silagens (Tabela 8), não havendo ajuste de modelo para o FDN. Este resultado pode ser explicado pela ação de oxidação dos substratos residuais da silagem a partir do momento que a massa foi exposta, fazendo assim com que os microrganismos aeróbios que se encontravam no estado de dormência entrassem em atividade (Lehninger), desencadeando reações bioquímicas as quais ocasionam as alterações químicas do produto, porém não causou efeito significativo ($P>0,05$) para FDN.

Pereira et al., (2007), avaliando silagens de capim-elefante (cv. Cameroon) observaram relataram também que, os valores de FDN foi influenciado apenas pelo período fermentação com um valor médio de 74,82%.

A deterioração aeróbia ocorre pelo fato de os produtos da fermentação da silagem, como o ácido lático por exemplo, se tornarem substrato para o crescimento dos microrganismos quando é reintroduzido oxigênio na massa de silagem após abertura do silo (Pahlow et al., 2003), os organismos que estavam no estágio de dormência no ambiente anaeróbio, na presença de oxigênio multiplicam-se rapidamente, promovendo intensa atividade metabólica, gerando calor e consumindo nutrientes.

No entanto, após a análise dos resultados obtidos acredita-se que quando as silagens de capim são acrescidas com silagem de sorgo ocorre uma melhora nas suas qualidades.

CONCLUSÃO

A inclusão de sorgo forrageiro nas silagens de capim-elefante, mostra-se eficiente na proporção de 50% de inclusão de sorgo nas silagens de capim.

Melhora o perfil fermentativo com aumento no teor de matéria seca.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, S.J.T. & MELOTTI, L. Efeito de alguns tratamentos sobre a qualidade da silagem de capim-elefante cultivar Napier (*Pennisetum purpureum*, Schum). **Brazilian Journ al of Veterinary Research and Animal Science**, Vol.41, No.6, (February 2004), pp. 409- 415, ISSN 1678-4456. 2004.

BALSALOBRE, M.A.A.; NUSSIO, L.G.; MARTHA JR., G.B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2001. p.890-911. 2001.

BOTELHO, P.R.F.; PIRES, D.A.A.; SALES, E.C.J. et al. Avaliação de genótipos de sorgo em primeiro corte e rebrota para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n.3, p. 287-97, 2010.

CAVALI, J.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Bromatological and microbiological characteristics of sugarcane silages treated with calcium oxide. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.7, p.1398-1408, 2010.

CUNHA, E.E.; LIMA, J.M.P. Caracterização de genótipos e estimativa de parâmetros genéticos de características produtivas de sorgo forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 4, p. 701-706, 2010.

DALL'AGNOL, M.; SCHEFFER-BASSO, S.M.; NASCIMENTO, J.A.L. et al. Produção de Forragem de Capim-Elefante sob Clima Frio. Curva de Crescimento e Valor Nutritivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.5, p.1110-1117, 2004.

DRIEHUIS, F., OUDE ELFERINK, S.J. The impact of the quality of silage on animal health and food safety: a review. **Veterinary Quartely**. 22, 212–216, 2000.

EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C. et al. Produção de silagem de capim-marandu (*brachiaria brizantha* stapf cv. Marandu) com e sem emurchecimento. **Ciência e Agrotecnologia** v.28, n.2, p.446-452, 2004.

FERNANDES, F.E.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. et al. Ensilagem de sorgo forrageiro com adição de ureia em dois períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n.11, p. 2111-2115, 2009.

FERREIRA, D.A., GONÇALVES, L.C., MOLINA, L.R. et al. Características de fermentação da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia, zeólita, inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Vol.59, No.2, (January 2007), pp. 423-433, ISSN 0102-0935. 2007.

IGARASI, M.S. Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença de inoculante microbiano. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, pp. 152. 2002.

ITAVO, L.C.V.; ITAVO, C.C.B.F.; MORAIS, M.G. et al. Composição química e parâmetros fermentativos de silagens de capim elefante e cana de açúcar tratadas com aditivos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 3, p. 606-617, 2010.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 101-119, 2007. (Suplemento especial).

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G. Princípios básicos da fermentação na ensilagem. **Forragicultura. Ciência, tecnologia e gestão dos forrageiros**. Jaboticabal. Maria de Lourdes. Brandel-ME. 714p. 2013.

LOURES, D.R.S., GARCIA, R., PEREIRA, O.G. et al. Características do Efluente e Composição Químico-Bromatológica da Silagem de Capim-Elefante sob Diferentes Níveis de Compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1851-1858, 2003 (Supl. 2)

MACEDO, C.H.O., ANDRADE, A.P., SANTOS, E.M et al. Perfil fermentativo e composição bromatológica de silagens de sorgo em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. Salvador, v.13, n.2, p.371-382. <http://www.rbspa.ufba.br> ISSN 1519 9940. 2012.

MACHADO FILHO, L.C.P.; MÜHLBACH, P.R.F. Efeito do emurchecimento na qualidade das silagens de capim-elefante cv. Cameroon (*Pennisetum purpureum*, Schum.) e de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke), avaliadas quimicamente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.15, n.3, p.224-233, 1986.

MACHADO, F.S.; RODRIGUEZ, N.M.; RODRIGUES, J.A.S. et al. Qualidade da silagem de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n.3, p.711-720, 2012.

McDONALD, P.J.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2ª Ed. Mallow Chalcombe Publications. 340 p. 1991.

MIRANDA, N.O., GÓES, G.B., ANDRADE NETO, R.A. et al. Sorgo forrageiro em sucessão a adubos verdes na região de Mossoró, RN. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Vol.5, No.2, pp. 202-206, ISSN 1981-0997. 2010.

MUCK, R. Inoculant of silage and its effects on silage quality. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGE INDUSTRIES. **Proceedings...** US Dairy forage Research, p. 43-52, 1996.

MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal of Dairy Science**, v. 71, p. 2992-3002, 1988.

NASCIMENTO Jr. D. (2001). Ensilagem de forrageiras tropicais. Disponível em: <http://www.tdnet.com.br/domicio/Ensilagem.htm>, acessado em: 20 de setembro de 2014.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C. et al. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n.1, p. 293-301, 2002 (suplemento).

OHMOMO, S., TANAKA, O., KITAMOTO, H. K. et al. Silage and microbial performance, old history but new problem. **Japan Agricultural Research Quartely**. Vol. 40, No. 2, pp. 59-71, ISSN. 2002.

OLIVEIRA, L.B., PIRES, A.J.V., CARVALHO, G.G.P. et al. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.61-67, 2010.

OLIVEIRA, A.C. Capim-elefante com e sem emurchecimento, acrescido de farelo de mandioca, na produção de silagem. **Dissertação**. UFV – MG. 2008.

OUDE ELFERINK, S. J. W. H.; DRIEHIUS, F.; GOTTSCHAL, J. C. **Silage fermentation process and their manipulation**, 2002.

PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F. et al. Microbiology of ensiling. In: **SILAGE SCIENCE AND TECHNOLOGY**. Madison. **Proceedings...** Madison: ASCSSA-SSSA, Agronomy 42, p. 31-93. 2003.

PARDO R.P., CASTELLO BRANCO VAN CLEEF. E H, SILVA FILHO, J. C. et al. Diferentes níveis de torta de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) como aditivo na silagem de capim elefante. **Livestock Research for Rural Development**, Vol. 20, No. 10. ISSN 0121-3784. 2008.

PATRIZI, W.L.; MADRUGA Jr.; C.R.F.; MINETTO, T.P. et al. Efeito de aditivos biológicos comerciais na silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Vol.56, No. 3, (June. 2004), pp. 392-397, ISSN 0102-0935. 2004.

PEREIRA, O. G., SANTOS, E. M., FERREIRA, C. L. L. F. et al. Populações microbianas em silagem de capim-mombaça de diferentes idades de rebrotação. **Anais... XLIII Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**. João Pessoa- PB, 2006.

PEREIRA, O.G.; ROCHA, K.D.; FERREIRA, C.L.L.F. Composição química, caracterização e quantificação da população de microrganismos em capim-elefante cv. Cameroon (*Pennisetum purpureum*, Schum.) e suas silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1742-1750, 2007.

QUEIROZ FILHO, J.L.; SILVA, D.S.; NASCIMENTO, I.S. Produção de Matéria Seca e Qualidade do Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) Cultivar Roxo em Diferentes Idades de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29(1):69-74, 2000.

RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. et al. Composição química e perdas fermentativas de silagens de cana de açúcar tratadas com ureia ou hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n.9, p. 1911-1918. 2010.

RODRIGUES, P.H.M.; SENATORE, A.L.; ANDRADE, J.J.T. et al. Efeitos da adição de inoculantes microbianos sobre a composição bromatológica e perfil fermentativo da silagem de sorgo produzida em silos experimentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n.6, p. 2372-2379. 2002.

ROTZ, C.A., MUCK, R.E. 1994. Changes in forage quality during harvest and storage. In: **National Conference on Forage Quality**, Evaluation, and Utilization Held at The University of Nebraska, Lincoln, p.828-868, 1994.

SANTOS, E. M., SILVA, T. C., MACEDO, C. H. O., CAMPOS, F. S. **Lactic Acid Bacteria in Tropical Grass Silages**. 2013.

SANTOS, E.M., ZANINE, A.M. & OLIVEIRA, J.S. Produção de silagem de gramíneas tropicais. **Revista Eletrônica de Veterinária**, Vol.7, No.7, 2006.

SANTOS, E.M., ZANINE, A.M., DANTAS, P.A.S. et al. Composição bromatológica, perdas e perfil fermentativo de silagens de capim-elefante com níveis de jaca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Vol.9, No.1, pp. 71-80, 2008.

SANTOS, E.M; ZANINE, A. M. Silagem de Gramíneas Tropicais. **Colloquium Agrariae**, v. 2, n.1, p. 32-45. 2006.

SANTOS, F.G.; RODRIGUES, J.A.S.; SCHAFFERT, R.E. et al. BRS ponta negra: variedade de sorgo forrageiro. **Embrapa Milho e Sorgo**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007

SANTOS, E.M.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R. et al. Microbial populations, fermentative profile and chemical composition of signalgrass silages at different regrowth ages. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, n.4, p.747-755, 2011.

SILVA, T.C., DANTAS, P.A.S., DÓREA, J.R.R. et al. Populações Microbianas, Perfil Fermentativo e Composição de Silagens de capim-elefante com jaca. **Archivos de Zootecnia**. 60 (230): 247-255. 2011.

SILVA, L. C. R. & RESTLE, J. Avaliação do milho (*Zea mays* L.) e do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para produção de silagem. p.467. **Resumos**. In Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 30. Rio de Janeiro. 920 p..1993.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. **Ithaca: Cornell University Press**. 2. ed. 1994. 476p.

VIEIRA, F.A.P.; BORGES, I.; STEHLING, C.A.V. et al. Qualidade de silagens de sorgo com aditivos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n.6, p.764-772, 2004.

VILELA, D. Utilização do capim-elefante na forma de forragem conservada. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE. Coronel Pacheco. **Anais...** Coronel Pacheco:EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite. p.89-131. 1990.

ZAGO, C.P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luis de Queiroz”, 1991. p.169-217.1991.

ZANINE, A.M., SANTOS, E.M., DOREA, J.R.R. et al. Evaluation of elephant grass with addition of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Vol.39, No.12, pp.2611-2616. 2010.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; D.J.; PEREIRA, O.G. et al. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. **Revista Archivos de Zootecnia**. v. 55, n. 209, p. 75-84, 2006.

ZOPOLLATO, M., DANIEL, J.L.P. & NUSSIO, L.G. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Vol.38, No.spe, (February 2006), pp.170-189, ISSN 1806-9290. 2009.